

Universidad Nacional Agraria La Molina

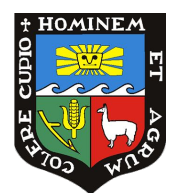
Instrumental de radiación

Fernando Jonathan Pastor Dale
Ingeniero Meteorólogo



Objetivos

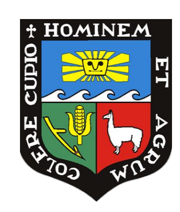
1. Conocer las características básicas del instrumental de radiación y heliofanía (cantidad de brillo solar directo que recibe un lugar en un periodo determinado).
2. Manejar el instrumental de radiación.
3. Obtener medidas de radiación.



Clasificación

Instrumental de radiación

- **Pirheliómetros**: Miden radiación solar en una superficie perpendicular a los rayos solares.
- **Piranómetros**: Cuantifican la radiación solar global en una superficie hemiesférica.
- **Pirgeómetros**: Miden radiación infrarroja. Son usados en las noches.
- **Pirradiómetros o radiómetos netos**: Miden a la vez la radiación solar e infrarroja.



Ejemplos

Pirheliómetros	Piranómetros	Pirgeómetros	Pirradiómetros o radiómetros netos
Abbet de disco de plata. Angstrom de compensación. Eppley. Bimetálico de Michelson. Linke - Feussner.	Eppley. **Moll - Gorzinsky (solarímetro) 1.** Bimetálico de Robitzch (Actinógrafo). **Esférico de Bellani.**	Ängstrom de compensación.	Hoffman. Neto ventilado de Suomi. Funk. Económico. Termal.

Registrador de horas de sol:

- **Heliofanógrafo de Campbell - Stokes o Heliógrafo.**
- Registrador de horas de sol Marvin.
- Registrador de horas de sol Jordan.



Instrumentos en el observatorio Alexander Von Humboldt



Piranómetro de Bellani

Piranómetro esférico de Bellani

Este instrumento es un totalizador y no es un piranómetro en el exacto sentido de la definición establecida, porque la superficie receptora es esférica y no plana. Es útil para estimar la radiación total incidente en un cuerpo libremente expuesto, como el caso de un árbol o una planta.

Está constituido por dos esferas concéntricas unidas a una bureta vertical graduada hasta 40 cm. La esfera externa es de vidrio incoloro y la interna de cobre pintado de plomo. La bureta está unida con la esfera de cobre, mediante un tubo capilar de forma tal que constituyen un reservorio interno del elemento sensible que este caso es



Piranómetro de Bellani

alcohol etílico puro. Al incidir la radiación directa y difusa incidente y reflejada (radiación circunglobal), la esfera de cobre aumenta su temperatura, que ocasiona que parte del alcohol se evapore hacia al capilar para posteriormente condensarse a lo largo de la bureta que se encuentra a menor temperatura. La cantidad del alcohol acumulado en un tiempo determinado es directamente relacionada con la radiación total interceptada en onda corta por la esfera de cobre. Si se requiere medir solo la radiación directa y difusa incidente, más no la reflejada se disponer el Bellani en un tubo cilíndrico enterrado verticalmente, de tal forma que el tope de la esfera de vidrio del instrumento quede al mismo nivel del suelo.

A fin de disponer el Bellani para las observaciones, es necesario girarlo 180º en la vertical desde su posición normal, con el objeto de almacenar el alcohol de la bureta en el reservorio interno de la esfera de cobre; luego de esto el instrumento es colocado en su posición normal.



Piranómetro esférico de Bellani

Piranómetro de Bellani

- Por ser un instrumento totalizador, requiere de dos lecturas en un periodo de tiempo determinado, esto es, los niveles de alcohol detectados en la bureta. Así mismo se debe de leer los valores de temperatura al momento de registrar las alturas del alcohol, como se indica a continuación:

Primera lectura: Y_1 (cm) en el Bellani

T_1 (ºC), temperatura leída en caseta

Segunda lectura: Y_2 (cm) en el Bellani

T_2 (ºC), temperatura leída en la caseta

Piranómetro de Bellani

- Halle la diferencia (ΔY) de lecturas en el Bellani : $\Delta Y = Y2 - Y1$
- Halle la temperatura promedio en el periodo de tiempo considerado: $\overline{T} = \frac{T_1 + T_2}{2}$
- Considerando la temperatura promedio, recurra a la tabla II para determinar la constante (K) que le correspondería.
- Halle el valor de la radiación circunglobal total $(Q + q)cgt$, multiplicando la diferencia de lecturas por la constante (K) correspondiente a la temperatura promedio.

$$(Q + q)_{cgt} = \Delta Y \; x \; K, \quad \text{en cal/cm}^2.\Delta t$$

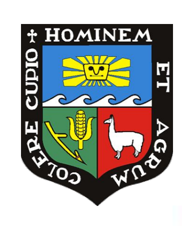


Piranómetro de Bellani

Tabla II: Constante de conversión de cm de alcohol en el Bellani a radiación circunglobal (ly)

Rango de temperatura promedio del aire (ºC)	Bellani a 1,5 m. Factor de corrección	Bellani a nivel del suelo. Factor de Corrección
12,6 – 17,5	8,2	8,7
17,6 – 22,5	8,1	8,6
22,6 – 27,5	8,0	8,5

Constante de conversión del Solarímetro (Ks) = $0{,}118132 \dfrac{cal}{cm^2 \min .mV}$



Heliofanógrafo (heliógrafo)

Heliofanógrafo de Campbell – Stokes (Heliógrafo)

Es un instrumento que mide la cantidad de horas de sol (en horas y décimos) durante el día de un lugar determinado.

El brillo solar lo suficientemente intenso (energía suficiente) y concentrada en un rayo de luz intenso se convierte en calor, que al incidir sobre una superficie oscura ubicado en el punto focal se provoca un quemado. Es el efecto de esta energía que se usa como registrador.



Heliofanógrafo (heliógrafo)

El eje de este instrumento debe estar en el plano meridiano, coincidiendo con el eje de la tierra; entonces hace falta pues orientar el plano vertical que pasa por el eje e inclinarlo un ángulo igual a la latitud del lugar. Hay que elegir el lugar de instalación de tal forma que nunca se produzcan sombras sobre el aparato. Se utilizará un pilar con su plataforma perfectamente horizontal para afinar la nivelación del aparato que lleva tornillos niveladores y que en la base va provisto de una burbuja.

La orientación se consigue con la burbuja hasta conseguir que al mediodía el foco de la esfera de cristal esté sobre la línea del mediodía de la banda.

Las partes principales de un helio fonógrafo son las siguientes:



Heliofanógrafo (heliógrafo)

- **Bola de vidrio**: es una esfera completamente pulida y transparente. Los rayos solares a cualquier hora del día al incidir sobre su superficie no son reflejado, por el contrario pasan fácilmente cambiando de dirección. Al salir de la esfera los rayos solares se concentran en un punto focal.

- **Semi anillo metálico**: Es una porción de esfera que rodea a la bola de vidrio y contiene tres canales para colocar tres tipos de bandas. Está situado a la distancia focal de la misma. Las bandas utilizadas por el equipo para el hemisferio sur son:
  - ✓ **Banda curva corta** : se usa del 16 de abril al 31 de agosto
  - ✓ **Banda recta** : se usa del 1º de marzo al 15 de abril y el 1º de setiembre al 10 de octubre
  - ✓ **Banda curva larga** : se usa del 11 de octubre al 28/29 de febrero

  En la estación AVH de La Molina la banda se cambia a las 19 horas

- **Soporte metálico**: Es de base horizontal y con anillo de ajuste sobre el cual se desliza una escala de latitud en forma circular. Este soporte sostiene las partes antes mencionadas.



Heliofanógrafo (heliógrafo)

Heliofanógrafo (heliógrafo)

- Como ya se ha explicado las bandas pueden ser largas, cortas o rectas; las tres están divididas en horas y sus escalas están marcadas cada tres (3) horas y separadas cada media (1/2) hora.
- Cuando el brillo solar es lo suficientemente intenso la banda sufre un quemado dejando un surco desde la salida hasta la puesta del sol, interrumpido durante los intervalos que la nubosidad tapó el sol.
- La contabilización del total de horas de sol se hace uniendo todas las partes de quemados continuos e inclusive haciendo una interpolación. (en horas y décimas)
- Si hubieran puntos aislados, considerar que cada punto es equivalente a 6 minutos de horas de sol, pero considerar como máximo un total de 6 puntos en el rango de una hora.



Heliofanógrafo (heliógrafo)

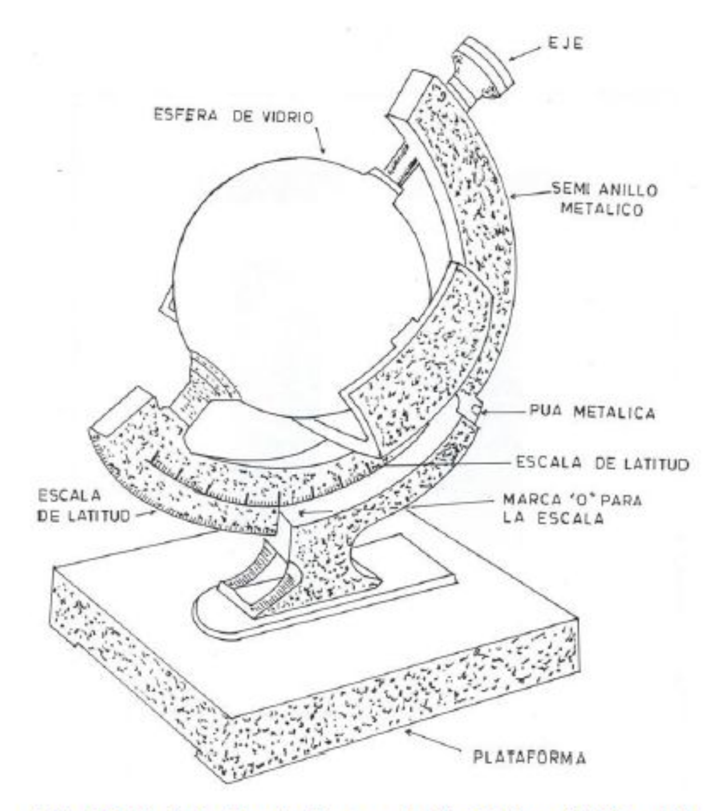


Fig. 6.2 Heliofanógrafo de Campbell – Stokes (Heliógrafo)

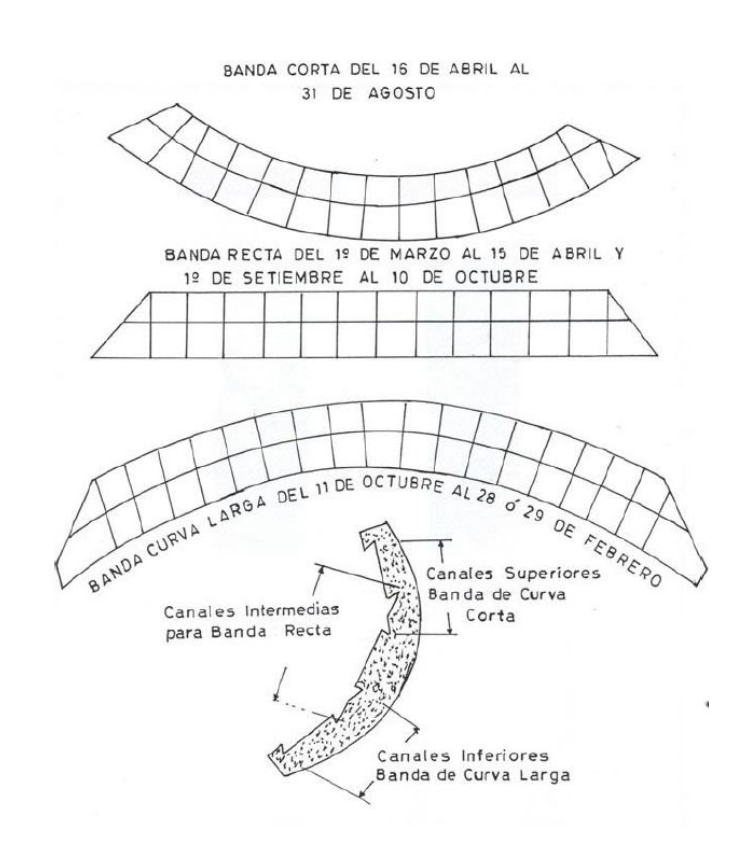


Fig. 6.3: Bandas usadas por el heliofanógrafo de Campbell – Stokes



Piranómetro de Moll - Gornzinsky (Solarímetro)

Piranómetro de Moll – Gorzinsky (solarímetro)

Es uno de los instrumentos de radiación que goza de mayor exactitud. Su elemento sensible lo constituye una serie de lámina (28) de magnesio ennegrecido y dispuesto alternadamente formando 14 termocuplas. En vez de estar pintadas de blanco, un conjunto de láminas se encuentra en buen contacto térmico, pero no eléctrico con un bloque de estaño, con el propósito de minimizar los cambios de temperatura. Las termocuplas restantes activas permiten registrar la fuerza electromotriz generada por el calentamiento. El sistema sensible está dispuesto dentro de una doble cúpula de vidrio para eliminar al máximo el efecto de la convección.

Con este equipo se puede medir el albedo de una superficie, orientando el elemento sensible hacia la superficie horizontal reflejante, para medir la radiación solar reflejada en onda corta.

Este instrumento sirve para medir radiación incidente o global. Las lecturas están das en milivoltios (mv), por lo que para convertirlas en unidades de energía cada instrumento tiene su respectiva constante.



Piranómetro de Moll - Gornzinsky (Solarímetro)

Piranómetro de Moll – Gornzinsky (Solarímetro)

- Con este equipo se puede medir la radiación global $(Q + q)_i$ instantánea, la radiación reflejada $(Q + q)_r$ y determinar el albedo de una superficie, así como el balance de radiación en onda corta (Rnoc). Se debe recordar que este equipo genera fuerza electromotriz (mV) el cual es medido con un multímetro. Al valor medido se le debe multiplicar por la constante propia del Solarímetro (Ks) para obtener la radiación en $cal/cm^2.min$
- Mida la radiación global $(Q + q)_i$ ubicando el equipo horizontalmente y en posición normal.
- Mida la radiación reflejada $(Q + q)_r$, ubicando el equipo en forma horizontal y en posición invertida a una altura de 0,5 m sobre la superficie.



Piranómetro de Moll - Gornzinsky (Solarímetro)

- Cuantifique la radiación neta en onda corta (Rnoc), haciendo la diferencia entre la radiación solar incidente y reflejada. ***Rnoc = $(Q + q)_i$ - $(Q + q)_r$***
- Cuantifique el albedo (α) de la superficie con la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{(Q+q)_r}{(Q+q)_i} * 100$$

Constante de conversión del Solarímetro (Ks) = $0{,}118132 \dfrac{cal}{cm^2 \min .mV}$



Universidad Nacional Agraria La Molina

Departamento de Física y Meteorología

Ingeniero Meteorólogo
Fernando Pastor

Contacto:
fpastor@lamolina.edu.pe